



УДК 622.245.42

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕРМОСТІЙКИХ ТАМПОНАЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

В.М.Орловський

канд. техн. наук, доцент Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

e-mail: svaroh13@ukr.net, ORCID-0000 0002 8749 5354

IMPROVING THE QUALITY OF HEAT-RESISTANT BOREHOLE CEMENTS

V.M.Orlovsky

PhD, associate professor Kharkiv National University of Municipal Economy named after A. M. Beketov

e-mail: svaroh13@ukr.net, ORCID-0000 0002 8749 5354

ABSTRACT

Objective. Development and research of heat-resistant grouting materials with high technological properties for cementing deep wells with high reservoir temperatures in the oil and gas fields and geological exploration areas of Ukraine.

Methods. In the process of research, modern regulatory and technical sources and new developments of grouting materials and the results of their implementation in the oil and gas industry of Ukraine were used.

Findings. The analysis of heat-resistant grouting materials, which are manufactured by the Ukrainian industry, as well as new developments in the field of heat-resistant grouting compositions, designed for use in difficult geological conditions of geological exploration areas and oil and gas fields in the oil and gas industry of Ukraine.

Originality. The scientific value of this work lies in the fact that a selection of the optimal formulations of new heat-resistant cement materials intended for use in difficult mining and geological conditions.

Practical implications. The results of the work have practical application in the cementing of deep wells in oil and gas fields and exploration areas in the complex mining and geological conditions of the oil and gas provinces of Ukraine.

Key words: well cementing, heat-resistant grouting cement, heat resistance of cement stone, strength of cement stone, adhesion.

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

При бурінні глибоких свердловин на родовищах нафти і природного газу, а також геологорозвідувальних площах України маємо справу з високими пластовими температурами. Тому для цементування свердловин потрібні термостійкі високоякісні тампонажні матеріали. Проте тампонажні матеріали, які виготовляються промисловістю України не завжди відповідають гірничо-геологічним умовам свердловин. Це

обумовлює актуальність наукових досліджень з розробки нових термостійких високоякісних тампонажних матеріалів.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сьогодні, згідно з існуючими технологіями, для якісного розмежування пластів застосовують переважно тампонажні цемент, в яких основним в'язучим матеріалом є портландцемент. Згідно з ДСТУ БВ.2.7-88-99, залежно від хіміко-

мінералогічного складу, виділяють декілька типів тампонажних портландцементів для різних температурних умов експлуатації – від 288 до 423 К.

Проведені дослідження [1 – 3] показали, що при застосуванні портландцементів у геотермальних умовах глибоких свердловин виникають проблеми довговічності тампонажного каменю. Висока активність портландцементу є причиною температурної нестабільності тампонажного матеріалу, що викликає деструктивні процеси, зокрема утворення високоосновного гідросилікату $C_2SH(A)$, внаслідок чого поступово знижується міцність і підвищується проникність, навіть у термостійких цементів. Це приводить до формування шляхів газонафтоводо-перетоків (ГНВП) у свердловині.

Дослідник Гамзатов С. І. [4] вважає, що гранична термостійкість тампонажних портландцементів для помірних температур становить 363 – 368 К.

Автори [5, 6] вважають, що тампонажний портландцемент може застосовуватись до температури близько 358 К, тобто до глибин 2500 – 3000 м.

За даними [1], навіть при температурі 348 К на пізніх стадіях твердіння тампонажного портландцементу (через 28 діб) міцність утвореного каменю починає знижуватись.

Найважливішою умовою термостійкості цементу є утворення в процесі його тужавіння термодинамічно стійких при високих температурах хімічних сполук. Необхідно також, щоб ці сполуки мали добрі структуротвірні властивості, оскільки без цього не можна одержати високої міцності та низької проникності цементного каменю [7]. Отже, в умовах тривалої гідротермальної дії на процеси твердіння і деструкції цементного каменю для його термостійкості найважливіше значення мають процеси виникнення структуротвірних фаз.

Дослідник Данюшевський В. С. [3] виділяє два можливих напрямки в одержанні стійких новоутворень на ранніх стадіях твердіння:

а) вибір в'язучого з найменшою, але достатньою для забезпечення необхідної швидкості твердіння хімічною активністю;

б) утворення довговічних в умовах високих температур і тисків гідросилікатів та гідрогранатів кальцію внаслідок реакції між портландцементом та введеними кремнеземом й глиноземом.

На практиці ця задача зводиться до розроблення тампонажних композицій з малоактивними в'язучими матеріалами й домішками до них.

Уперше термостійкий тампонажний цемент одержали шляхом домішки до тампонажного портландцементу тонкомеленого кварцового піску [3]. Такі суміші дістали широке застосування завдяки універсальності домішки піску, який добре поєднується з різними типами цементів і практично не впливає на технологічні властивості цементного розчину.

Відомий широкий спектр малоактивних кальцієвмісних компонентів, які присутні у відходах металургійної, енергетичної, гірничорудної й хімічної промисловості (шлаки, шлами, огарки, золи

виносу, промисловий пил, горілі породи тощо). Цементи з таких матеріалів найбільш економічні та термостійкі [7, 8].

При цементуванні свердловин з відходів промисловості найбільше застосування знайшли доменні шлаки, які за хімічним складом наближаються до портландцементного клінкеру, відрізняючись від нього, як правило, меншим вмістом оксиду кальцію. Оцінка гідралічних властивостей доменних гранульованих шлаків за ДСТУ Б В.2.7–261:2011 проводиться за допомогою коефіцієнта якості і залежно від хімічного складу вони діляться на три сорти.

Працями [9, 10, 11] встановлено, що при підвищенні температури процеси гідролізу і гідратації доменних шлаків настільки інтенсифікуються, що вони самі стають достатньо активним в'язучим матеріалом. Враховуючи це, на основі доменних шлаків розроблені шлакові, шлако-піщані цементи (ШПЦС–120, ШПЦС–200, УШЦ), які призначені для цементування глибоких високо-температурних свердловин.

Хіміко-мінералогічний склад шлаку і спосіб його охолодження визначають фізико-механічні властивості цементів на основі доменних шлаків: терміни схоплення, рухливість, густину, проникність, механічну міцність, корозійну стійкість і т.п. В умовах температур 373 – 473 К рекомендується використовувати шлаки з коефіцієнтом якості не менше 1,65, а при 473 – 573 К – не менше 1,45. При вибійних температурах нижчих 373 К для активації шлаків пропонується вводити домішки тампонажного портландцементу [12, 13].

Але широке застосування тампонажних матеріалів на основі шлаків обмежується їх недоліками: сильним коливанням в'язучих властивостей для різних партій, втратою властивостей і грудкуванням шлаку при зберіганні, а також великими енергозатратами на розмелювання.

Крім того, густина тампонажних розчинів на шлаковій основі коливається від 1800 до 2000 кг/м³, а провести одноступеневий підйом такого розчину на висоту 1500 – 2000 м дуже складно. З метою збільшення висоти підйому цементу процес цементування ведуть в дві ступені, застосовуючи спеціальні муфти, що ускладнює технологію процесу. Суттєва різниця між густиною тампонажного розчину і промивальної рідини приводить до надмірно високих тисків в кінці протискування і створює небезпеку для виникнення гідророзривів пластів в процесі цементування.

3. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Задача досліджень полягає в розробці термостійких тампонажних матеріалів з високими експлуатаційними якостями для цементування глибоких високотемпературних свердловин в складних гірничо-геологічних умовах на нафтових і газових родовищах та геологорозвідувальних площах України.

4. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ І РЕЗУЛЬТАТИ

Для цементування нафтових і газових свердловин в Україні використовують в основному тампонажні портландцементи ПЦТП–50, ПЦТІ–100 Здолбунівського цементного заводу ВАТ «Волинь–Цемент» та ПрАТ «Івано–Франківськцемент» призначені для застосування в умовах нормальних (ПЦТП–50) та помірних температур [7], а також будівельний портландцемент марки 500.

В умовах підвищених і високих температур використовуються спеціальні цементи ШПЦС–120 і ШПЦС–200 виробництва Костянтинівського ВАТ «Обважнювач».

З метою розширення асортименту та підвищення якості термостійких тампонажних матеріалів, колективом дослідників на базі Полтавського відділення УкрДГРІ запропоновано використати в якості термостійких тампонажних цементів безклінкерні матеріали – суміші на основі висококальцієвої золи–виносу (ЗВ) Прибалтійських

горючих сланців і кислій золи–виносу (ЗК) теплових електростанцій (ТЕС), наприклад Курахівської ДРЕС.

У процесі переробки горючих сланців і кам'яного вугілля на теплову енергію утворюється значна кількість відходів.

Одними з таких відходів є пиловидні золи, які придатні для використання в якості тампонажних матеріалів, або домішок до них.

Важливою перевагою зол виносу є те, що вони не потребують додаткових технологічних затрат, зокрема розмелювання.

Тому при розробці термостійких тампонажних матеріалів – сумішей, як в'язучу основу брали висококальцієву золу від спалювання горючих сланців, багату на оксид кальцію, а як пуцоланову (кремнеземисту) домішку – кислотну золу від спалювання кам'яного вугілля.

Золи горючих сланців поставляють у вигляді суміші двох різновидів: циклонної й електрофільтрової (табл. 1), де частка електрофільтрової золи в два рази більша від циклонної.

Таблиця 1 – Хімічний склад висококальцієвої золи від спалювання горючих сланців на ТЕС

Різновиди золи	Хімічний склад, мас. часток %									
	CaO (CaO _в)	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	CO ₂	п.п.п.
Циклонна	42,2 (11,3)	4,6	26,9	6,3	4,8	2,6	0,2	4,8	6,2	1,1
Електрофільтрова	31,7 (6,6)	4,4	30,4	7,9	4,4	4,4	0,2	7,4	7,6	1,1
Змішана	35,2 (8,2)	4,5	29,2	7,4	4,5	3,8	0,2	6,5	7,1	1,1

Для одержання термостійких тампонажних складів до висококальцієвої сланцевої золи необхідно додавати активну мінеральну домішку з високим вмістом кремнезему, наприклад, кислотні золи, що утворюються при згоранні кам'яного вугілля Донецького або Волинського басейнів. Хімічний склад кислотних зол–виносу ТЕС та їх активність наведено в таблиці 2.

Відомо, що важливою характеристикою пуцоланових домішок, які впливають на величину міцності та корозійну стійкість цементного каменю, є

їх активність. Установлено, що більшу корозійну стійкість має цементний камінь, до складу якого входить пуцоланова домішка найбільшої активності [14].

Найбільшу активність має зола–винос Курахівської ТЕС (32,84 мг CaO/г) (табл. 2) тому її рекомендовано для створення термостійких тампонажних складів.

В даній роботі досліджувалась суміш висококальцієвої золи естонських сланців із золою Курахівської ДРЕС.

Таблиця 2 – Хімічний склад кислотних зол–виносу ТЕС та їх активність

Різновиди зол	Хімічний склад, мас. часток %									Активність, мг СаО/г
	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	п.п.п.	
Курахівської ТЕС	2,2– 2,8	2,0– 3,0	50,0– 52,0	15,0– 24,0	17,0– 22,0	1,5– 3,0	0,2– 0,4	0,4– 0,8	3,4– 3,7	32,84
Ладизинської ТЕС	2,0– 5,0	1,7– 2,0	55,0– 57,0	17,0– 23,0	9,0– 11,0	1,2– 1,5	0,6– 0,8	0,4– 0,7	5,1– 5,4	18,19
Добротворської ТЕС	3,4– 4,2	2,4– 2,8	44,0– 49,0	16,0– 24,0	8,0– 14,0	1,0– 1,8	0,3– 0,5	0,2– 0,6	4,8– 5,0	16,43

На основі зольних сумішей розроблено безклінкерні термостійкі тампонажні композиції автоклавного твердіння з температурою застосування до 180 °С. Термостійкі зольні тампонажні суміші мають високі технологічні характеристики (табл. 3), в тому числі високу корозійну стійкість в умовах знелуження та магнезійної корозії. Крім того, такі

тампонажні матеріали розширюються при тужавінні. Залежно від типу алюмосилікатної домішки (зола Курахівської чи Ладизинської ТЕС), співвідношення компонентів у сумішах і водосумішевого відношення (В/С) на основі зольних композицій можна одержати нормальні і полегшені тампонажні розчини густиною 1500 – 1790 кг/м³ [15].

Таблиця 3 – Технологічні властивості зольних термостійких тампонажних сумішей

Склад суміші, %		В/С	Густина, кг/м ³	Розтічність, м	Водовідділення, см ³	Міцність каменю при згині /стисненні, МПа				Газопроникність, мкм ² ·10 ⁻³		
						Умови тужавіння: t = 120 °С, Р = 50,0 МПа						
ЗВ	ЗК					Час тужавіння, діб						
						2	7	28	180	2	7	28
30	70	0,55	1540	0,19	6,0	3,9/12,5	4,7/12,9	6,2/14,4	6,5/14,0	0,52	0,43	0,21
50	50	0,55	1570	0,22	12,0	4,1/12,8	4,9/14,8	5,5/15,2	5,8/14,2	0,18	0,12	0,15
70	30	0,55	1620	0,20	10,5	5,9/18,5	6,7/20,5	7,7/20,9	6,0/13,8	0,06	0,08	0,09

Для регулювання термінів прокачування при високих температурах можна застосовувати стандартний сповільнювач НТФК, для зниження водовідділення в деяких рецептурах необхідно застосовувати стандартні стабілізатори, наприклад ОЕЦ та інші.

Також для кріплення свердловин запропоновано ще одну розробку - термостійкі тампонажні суміші на основі портландцементів загальнобудівельного призначення (ПЦЗБП), зокрема, портландцементу ПЦІ-500-Н і шлакопортландцементу ШПЦ Ш/А-400 із кислою золою-виносу теплових електростанцій (ТЕС) (таблиці 4, 5) [16].

При дослідженнях технологічних властивостей розроблених композицій на основі сумішей ПЦЗБП із кислою золою-виносу ТЕС установлено наступне:

- на основі сумішей ПЦЗБП з кислою золою-виносу, наприклад Курахівської ДРЕС, можна одержати поліпшені тампонажні композиції з високими експлуатаційними властивостями;
- одержаний камінь на основі сумішей ПЦЗБП з кислою золою-виносу ТЕС має високу стійкість в умовах сульфатної і магнезійної агресії (особливо рецептури, які містять шлакопортландцемент) [17].

Таблиця 4 – Технологічні властивості термостійких тампонажних сумішей на основі ПЦІ-500-Н із кислою золою-виносу (ЗК) Курахівської ДРЕС

Склад суміші, мас. част., %		В/С	Густина, кг/м³	Розтічність, м	Водовідділення, см³	Міцність каменю при стисненні, МПа						Газопроникність, мкм²·10 ⁻³					
ПЦІ-500-Н	ЗК					Умови тужавіння цементу											
						t = 100 °С P = 40,0 МПа			t = 120 °С P = 60,0 МПа			t = 100 °С P = 40,0 МПа			t = 120 °С P = 60,0 МПа		
						Час тужавіння, діб											
						1	2	14	1	2	14	1	2	14	1	2	14
						6,9	9,3	4,2	10,5	14,6	13,0	1,05	0,75	0,25	0,70	0,52	0,15
60	40	0,55	1650	0,20	0,1	6,9	9,3	4,2	10,5	14,6	13,0	1,05	0,75	0,25	0,70	0,52	0,15
50	50	0,56	1630	0,19	8,5	6,0	9,1	18,6	8,5	12,9	22,9	1,80	2,00	0,008	0,58	0,30	0,04
40	60	0,56	1610	0,19	8,5	4,1	7,5	18,0	8,2	9,3	20,1	–	–	–	0,85	0,15	0,02

Таблиця 5 – Технологічні властивості тампонажних сумішей на основі ШПЦ Ш/А–400 із кислою золою–виносу (ЗК) Курахівської ДРЕС

Склад суміші, мас. част., %		В/С	Густина, кг/м ³	Розтігність, м	Водовідділення, см ³	Міцність каменю при стисненні, МПа						Газопроникність, мкм ² ·10 ⁻³					
ШПЦ Ш/А-400	ЗК					Умови тужавіння цементу											
						t = 100 °C P = 40,0 МПа			t = 120 °C P = 60,0 МПа			t = 100 °C P = 40,0 МПа			t = 120 °C P = 60,0 МПа		
						Час тужавіння, діб											
						1	2	14	1	2	14	1	2	14	1	2	14
60	40	0,58	1630	0,20	7,5	6,0	8,2	12,2	8,9	11,0	10,5	2,15	1,40	0,35	0,92	0,60	0,18
50	50	0,58	1610	0,19	6,5	4,5	7,4	14,0	6,8	7,5	16,9	3,40	2,05	0,30	1,01	0,32	0,08
40	60	0,58	1580	0,19	5,0	–	–	–	4,4	6,9	14,8	–	–	–	2,30	0,90	0,20

Терміни тужавіння тампонажних розчинів на основі сумішей ПЦЗБП із золою–виносу ТЕС регулюються за допомогою стандартних сповільнювачів, наприклад НТФК.

Рекомендовані температури застосування для рецептур із вмістом золи до 40 % за масою складають до 100 °C, для рецептур із вмістом золи 50 % і більше – до 150 °C.

5. ВИСНОВКИ

Розроблено і запропоновано для бурових підприємств термостійкі тампонажні композиції з високими технологічними властивостями із застосуванням побічних техногенних продуктів промисловості.

Проведено дослідження нових термостійких тампонажних матеріалів, призначених для застосування в глибоких високотемпературних свердловинах.

Наукова цінність даної праці полягає в тому, що проведено підбір оптимальних рецептур термостійких тампонажних матеріалів, призначених для застосування в складних гірничо–геологічних умовах.

Результати роботи мають практичне застосування при цементуванні глибоких високотемпературних нафтових і газових свердловин на промислових родовищах та геологорозвідувальних площах України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Крепление высокотемпературных скважин в коррозионно–активных средах / [В. М. Кравцов, Ю. С. Кузнецов, М. Р. Мавлютов и др.]. – Москва: Недра, 1987. – 192 с.
2. Шадрин Л. Н. Регулирование свойств тампонажных растворов при цементировании скважин / Л. Н. Шадрин. – Москва: Недра, 1969. – 240 с.

3. Данюшевский В. С. Проектирование оптимальных составов тампонажных цементов / В. С. Данюшевский В. С. – Москва: Недра, 1978. – 293 с.

4. Гамзатов С. И. Применение вяжущих веществ в нефтяных и газовых скважинах / С. И. Гамзатов. – Москва: Недра, 1985. – 148 с.

5. Мачинский Е. К. Многокомпонентные смеси для цементирования скважин / Е. К. Мачинский // Бурение скважин и разработка нефтяных месторождений: (сб. научн. трудов ГрозНИИ). – 1960. – № 6. – С. 113 – 121.

6. Бандур Р. В. Проблема підбору рецептури тампонажних розчинів для заданих вибійних умов / Р. В. Бандур, О. В. Лужаниця, С. Г. Михайленко [та ін.] // Питання розвитку газової промисловості України: (зб. наук. праць УкрНДІгаз). – Харків, 2005. – С. 135 – 137.

7. Горський В. Ф. Тампонажні матеріали і розчини / В. Ф. Горський. – Чернівці: 2006. – 524 с.

8. Каримов Н. Х. Вяжущие материалы, изготавливаемые из промышленных отходов, и их применение при креплении скважин / Н. Х. Каримов, Б. Н. Хахаев, В. С. Данюшевский // Бурение: И.О. – Москва: ВНИИОЭНГ. – 1982. – 48 с.

9. Булатов А. И. Цементы для цементирования глубоких скважин / А. И. Булатов. – Москва: Гостехтопиздат, 1962. – 202 с.

10. Булатов А. И. Цементирование глубоких скважин / А. И. Булатов. – Москва: Недра, 1964. – 298 с.

11. Мачинский Е. К. Цементно–песчаные растворы для тампонажа скважин / Е. К. Мачинский, А. И. Булатов. – Грозный: Чечено–Ингушское кн. изд–во, 1960. – 91 с.

12. Мачинский Е. К. Тампонажные свойства шлаковых смесей при температуре 100 – 130 °C / Е. К. Мачинский, И. С. Финогенов // Нефтепромысловое дело. – 1961. – № 2. – С. 13 – 15.

13. Мачинский Е. К. Исследование тампонажных цементов для глубоких скважин с большими забойными температурами и давлениями /

Е. К. Мачинский, И. С. Федулова // Нефтепромысловое дело. – 1961. – № 12. – С. 11 – 14.

14. Кучеренко Т. В. Влияние активности золы-уноса на коррозионную стойкость цементного камня / Т.В. Кучеренко // Пятая Республиканская конференция по физико-химии, технологии получения и применения промывочных жидкостей, дисперсных систем и тампонажных растворов: тезисы докл. – К.: Наукова думка, 1981. – Часть 2. – С. 56 – 57.

15. Орловський В. М. Тампонажні матеріали, що розширюються при твердінні: Монографія / В. М. Орловський. – Полтава, 2015. – 129 с.

16. Керівний нормативний документ КНД 41–00832626–00 Використання цементів загальнобудівельного призначення в якості тампонажних матеріалів. Методичні вказівки. – Полтава, 2000. – 10 с.

17. Орловський В. М. Сучасні тампонажні матеріали / В. М. Орловський, А. М. Похилко, В. В. Крицький // Геотехнології. – Харків: НТУ ХПІ, 2018. – № 1. – С. 44 – 52.

ABSTRACT (IN UKRAINIAN)

Мета. Розробка і дослідження термостійких тампонажних матеріалів з високими технологічними властивостями для цементування глибоких свердловин з високими пластовими температурами на нафтових і газових родовищах та геологорозвідувальних площах України.

Методика. У процесі проведення досліджень використано сучасні нормативні і технічні джерела та нові розробки тампонажних матеріалів і результати їх впровадження в нафтогазовій галузі України.

Результати. Проведено аналіз термостійких тампонажних матеріалів, які виготовляються промисловістю України, а також нових, розробок в галузі термостійких тампонажних композицій, призначених для застосування в складних гірничо-геологічних умовах геологорозвідувальних площ та родовищ нафти і газу нафтогазової галузі України.

Наукова новизна. Наукова цінність даної праці полягає в тому, що проведено підбір оптимальних рецептур нових термостійких тампонажних матеріалів, призначених для застосування в складних гірничо-геологічних умовах.

Практична значимість. Результати роботи мають практичне застосування при цементуванні глибоких свердловин на нафтових і газових родовищах та геологорозвідувальних площах в складних гірничо-геологічних умовах нафтогазових провінцій України.

Ключові слова: цементування свердловин, термостійкий тампонажний цемент, термостійкість цементного каменю, міцність цементного каменю, адгезія.

ABSTRACT (IN RUSSIAN)

Цель. Разработка и исследование термостойких тампонажных материалов с высокими технологическими свойствами для цементирования глубоких скважин с высокими пластовыми температурами на нефтяных и газовых месторождениях и геологоразведочных площадях Украины.

Методика. В процессе проведения исследований использованы современные нормативные и технические источники и новые разработки тампонажных материалов и результаты их внедрения в нефтегазовой отрасли Украины.

Результаты. Проведен анализ термостойких тампонажных материалов, которые изготавливаются промышленностью Украины, а также новых, разработок в области термостойких тампонажных композиций, предназначенных для применения в сложных горно-геологических условиях геологоразведочных площадей и месторождений нефти и газа нефтегазовой отрасли Украины.

Научная новизна. Научная ценность данной работы заключается в том, что проведен подбор оптимальных рецептур новых термостойких тампонажных материалов, предназначенных для применения в сложных горно-геологических условиях.

Практическая значимость. Результаты работы имеют практическое применение при цементировании глубоких скважин на нефтяных и газовых месторождениях и геологоразведочных площадях в сложных горно-геологических условиях нефтегазовых провинций Украины.

Ключевые слова: цементирование скважин, термостойкий тампонажный цемент, термостойкость цементного камня, прочность цементного камня, адгезия.

ABOUT AUTHORS

В. М. Орловський канд. техн. наук, доцент, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

e-mail: svaroh13@ukr.net